

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-5866

(43)公開日 平成5年(1993)1月14日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 5 0	7820-2K		
	5 0 5	7820-2K		
1/136	5 0 0	9018-2K		
G 0 9 G 3/36		7926-5G		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-159162

(22)出願日 平成3年(1991)6月28日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 島田 尚幸

大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 山下 俊弘

大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 ▲高▼藤 裕

大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

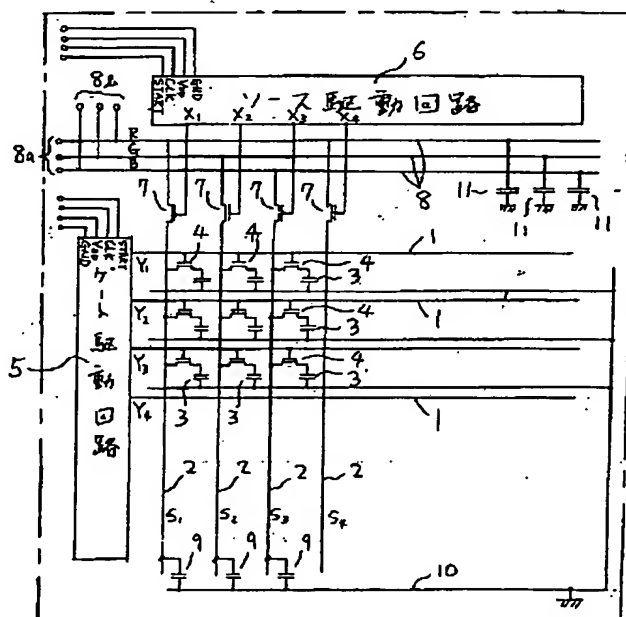
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 アクティブマトリクス基板の検査方法

(57)【要約】

【構成】まずゲートバスライン1の選択によって当該行の各絵素トランジスタ4をONにし、この水平走査期間内に各ソースバスライン2を順次選択することにより各絵素容量3に所定の映像信号を順に書き込み、次に再びゲートバスライン1の選択によって当該行の各絵素トランジスタ4を導通させ、この水平走査期間内に各ソースバスライン2を順次選択することにより各絵素容量3に保持された映像信号を順に読み出し、この読み出した信号を検査することによりアクティブマトリクス基板の良否を判定する。

【効果】駆動回路5、6やバスライン1、2のみならず絵素トランジスタ4の良否まで迅速かつ確実に検査できるので、精度の高い検査が可能となり、しかも、アクティブマトリクス基板の状態を検査して不良箇所を確実に特定することができるので、欠陥箇所の修正も容易に行うことができる。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】縦横に交差して形成された複数の走査信号線とデータ信号線の各交差部にそれぞれスイッチング素子を介して絵素容量を接続したアクティブマトリクス基板の検査方法において、該走査信号線の選択によって当該行の各スイッチング素子を導通させること、この間に各データ信号線を順次選択することにより各絵素容量に所定の映像信号を順に書き込むことこの各スイッチング素子を一旦遮断した後に、再び該走査信号線の選択によって当該行の各スイッチング素子を導通させること、この間に各データ信号線を順次選択することにより各絵素容量に保持された映像信号を順に読み出すこと、この読み出した信号を検査することにより良否を判定することを包含するアクティブマトリクス基板の検査方法。

【請求項2】前記アクティブマトリクス基板には前記走査信号線を駆動するための走査信号線駆動回路及び前記データ信号線を駆動するためのデータ信号線駆動回路の少なくとも一方が設けられている請求項1に記載の検査方法。

【請求項3】前記映像信号の書き込み及び読み出しは映像信号端子を介して行う請求項1に記載の検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶表示装置等におけるアクティブマトリクス基板の検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置における駆動回路を内蔵した従来のアクティブマトリクス基板の構成を図7を用いて説明する。アクティブマトリクス基板は、基板面に縦横に交差して多数形成されたゲートバスライン（走査信号線）101とソースバスライン（データ信号線）102の各交差部に、それぞれ絵素容量103と絵素トランジスタ（スイッチング素子）104とをマトリクス状に配置したものである。各ゲートバスライン101は、ゲート駆動回路105によって駆動され、当該行の各絵素トランジスタ104のON/OFFを制御するようになっている。ソースバスライン102は、ソース駆動回路106によってON/OFFを制御されるアナログスイッチ107を介して、いずれかの映像信号線108に接続されるようになっている。また、ソースバスライン102は、当該列の各絵素トランジスタ104を介して対応する絵素容量103にそれぞれ接続される。さらに、各ソースバスライン102には、それぞれ付加容量109が接続され、配線110によって各絵素容量103の他方の電極とこの付加容量109の他方の電極が同一の基準電位となるように構成されている。

【0003】上記アクティブマトリクス基板は、まずゲート駆動回路105が各ゲートバスライン101に順にON信号を出力し、このON信号が出力されたゲートバスライン101の行の全ての絵素トランジスタ104を

2

ONとする。また、1のゲートバスライン101にON信号が出力されている間に、ソース駆動回路106が各アナログスイッチ107に順にON信号を出力する。すると、ONとなったアナログスイッチ107に接続されたソースバスライン102が対応する映像信号線108に接続され、このソースバスライン102を介してONとなった絵素トランジスタ104に接続された絵素容量103に映像信号が書き込まれる。また、このようにして絵素容量103に書き込まれた映像信号は、ゲート駆動回路105が他の行のゲートバスライン101にON信号を出力している間は、絵素トランジスタ104がOFFすることにより保持される。そして、ゲート駆動回路105が全ての行のゲートバスライン101にON信号を出力し終わると、再び最初の行から順にON信号を出力して、以降この動作を繰り返す。

【0004】液晶の透過率は、この動作の1周期の間における印加電圧の実効値に依存する。従って、液晶表示装置の表示品質を向上させるには、各絵素容量103に映像信号を充分に書き込むと共に、この絵素容量103の電荷が保持されるようにリーク電流をできるだけ低減する必要がある。

【0005】上記アクティブマトリクス基板は、液晶を介して対向基板と向かい合わせに組み合わせて液晶表示装置として実際に駆動可能となった後であれば、光学的な検査による不良の検査を容易に行うことができる。しかしながら、この状態でアクティブマトリクス基板が不良であると判断された場合には、もはや不良箇所の修正は不可能であり、しかも、対向基板との組み立て工程が全くの無駄となってしまう。従って、アクティブマトリクス基板は、絵素トランジスタ104等の形成工程が終わった段階で検査を行い、可能な場合は不良箇所の修正を行った上で対向基板との組み立て工程に送り出せるようにする必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、このようなアクティブマトリクス基板を組み立て前に検査するために、図7に示すような検査回路111～114を基板上に形成することが考えられる。検査回路111、112は、ゲート駆動回路105とソース駆動回路106におけるシフトレジスタの最終段の出力を検査パッド111a、112aに導くようにした回路である。従って、これらの検査パッド111a、112aの出力をモニタしながらゲート駆動回路105とソース駆動回路106を動作させれば、これらの回路の良否を検査することができる。

【0007】また、検査回路113は、各ゲートバスライン101をそれぞれスイッチ113aを介し、一括して検査パッド113bに接続するようにした回路である。さらに、検査回路114は、各ソースバスライン102をそれぞれスイッチ114aを介し、一括して検査

(3)

3

パッド114bに接続するようにした回路である。そして、これらのスイッチ113a、114aは、検査パッド113c、114cによってON/OFFが制御されるようになっている。従って、例えばゲートバスライン101を検査する場合には、検査パッド113cにON信号を印加してスイッチ113aをONとし、ゲート駆動回路105を動作させれば、検査パッド113bの出力により断線等の不良を発見することができる。また、ソースバスライン102を検査する場合には、映像信号線108に適当な信号を付加しておき、検査パッド114cにON信号を印加してスイッチ114aをONとし、ソース駆動回路106を動作させれば、検査パッド114bの出力により断線等の不良を発見することができる。

【0008】ところが、この改良された検査方法は、ゲート駆動回路105やソース駆動回路106の動作及びゲートバスライン101やソースバスライン102の良否を検査するだけである。しかしながら、アクティブマトリクス基板では、膨大な数の絵素トランジスタ104が形成されているため、この絵素トランジスタ104の良否の方が製造上の歩留りに与える影響がより大きいものとなる。しかも、ゲートバスライン101やソースバスライン102の検査に使用する検査回路113、114は、スイッチ113a、114aを有するため、これらのトランジスタが不良を発生する可能性も少なくなく、さらに、後にこれらのスイッチ113a、114aを切り離す工程が必要になる場合もあった。

【0009】このため、上述の検査方法では、アクティブマトリクス基板の不良の原因の大きな割合を占める絵素トランジスタ104が検査できず、十分な検査を行い得ないという問題がある。しかも、検査回路113、114自身の不良によって歩留りを却って悪化させるおそれもあり、検査コストも高く付くという問題も有している。

【0010】本発明は、上記事情に鑑み、各絵素容量に一旦書き込んだデータを再び読み出して調べることにより、駆動回路やバスラインのみならず絵素トランジスタの良否まで検査可能となり、しかも不良箇所を確実に検出することができるアクティブマトリクス基板の検査方法を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の検査方法は、縦横に交差して形成された複数の走査信号線とデータ信号線の各交差部にそれぞれスイッチング素子を介して絵素容量を接続したアクティブマトリクス基板の検査方法において、該走査信号線の選択によって当該行の各スイッチング素子を導通させること、この間に各データ信号線を順次選択することにより各絵素容量に所定の映像信号を順に書き込むことこの各スイッチング素子を一旦遮断した後に、再び該走査信号線の選択によって当該行の各

4

スイッチング素子を導通させること、この間に各データ信号線を順次選択することにより各絵素容量に保持された映像信号を順に読み出すこと、この読み出した信号を検査することにより良否を判定することを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0012】前記アクティブマトリクス基板には、前記走査信号線を駆動するための走査信号線駆動回路及び前記データ信号線を駆動するためのデータ信号線駆動回路の少なくとも一方が設けられているのが好ましい。

【0013】前記映像信号の書き込み及び読み出しは映像信号端子を介して行うようにするのが好ましい。

【0014】

【作用】本発明によれば、まず走査信号線の選択によって当該行の各スイッチング素子を導通させ、この間に各データ信号線を順次選択することにより各絵素容量に所定の映像信号を順に書き込む。すると、通常の表示の際と同様に、各絵素容量には映像信号が電荷として保持される。

【0015】そして、一旦各スイッチング素子を遮断し、例えば他の行の各絵素容量にも映像信号を書き込んだ後に、再び当該走査信号線の選択によってこの行の各スイッチング素子を導通させ、この間に各データ信号線を順次選択することにより各絵素容量に保持された映像信号を順に読み出す。この映像信号は、書き込み時に使用した映像信号線から読み出すことができる。また、この映像信号は、保持されていた絵素容量ごとにシーケンシャルに読み出される。

【0016】このようにして読み出した映像信号は、例えば元の映像信号と比較する等の検査によって、この映像信号の通過経路を選択する走査信号線駆動回路やデータ信号線駆動回路の動作の良否及び走査信号線の良否、並びに通過経路となるデータ信号線の良否及びアナログスイッチやスイッチング素子の動作の良否を検出することができる。しかも、異常が現れた映像信号の読み出し時系列上での位置を検出すれば、この映像信号を保持していた絵素容量を特定することができる。従って、例えばスイッチング素子の不良が原因であるような場合には、その不良となった絵素トランジスタを特定することができる。また、特定の行又は列上の絵素容量が保持していた映像信号に異常が発生した場合には、その映像信号の経路上のバスラインやアナログスイッチ又はその経路を選択するための駆動回路の不良が原因であると判断することができる。

【0017】この結果、本発明の検査方法によれば、アクティブマトリクス基板の状態で駆動回路やバスラインのみならずスイッチング素子の良否まで、実際の駆動状態に則した検査が可能となり、しかも不良箇所を確実に特定することができるようになる。

【0018】走査信号線駆動回路又はデータ信号線駆動回路がアクティブマトリクス基板上に形成されていない

(4)

5

場合には、上述のような検査を行う際の各信号線に対する信号の印加が困難である。しかし、走査信号線駆動回路又はデータ信号線駆動回路が同一基板上に形成されていれば、信号の印加が容易であり、準備すべき信号線が少なく済むという利点がある。

【0019】

【実施例】本発明を実施例について以下に説明する。

【0020】本実施例の検査対象となるアクティブマトリクス基板は、図1に示すように、基板面上に n 行 m 列で形成されたゲートバスライン（走査信号線）1とソースバスライン（データ信号線）2の各交差部に、それぞれ絵素容量3と絵素トランジスタ（スイッチング素子）4とをマトリクス状に配置したものである。絵素容量3は、絵素トランジスタ4を通じて書き込まれた映像信号を保持するためのものであり、この映像信号の電荷によって液晶を駆動することになる。各ゲートバスライン1は、ゲート駆動回路5によって駆動され、当該行の各絵素トランジスタ4のON/OFFを制御するようになっている。このゲート駆動回路5は、同一基板上に形成されたシフトレジスタによって構成され、外部からの電源によって駆動されると共に、同じく外部からのスタート信号及びクロック等によって制御される。

【0021】ソースバスライン2は、ソース駆動回路6によってON/OFFを制御されるアナログスイッチ7を介して、3本のうちのいずれかの映像信号線8に接続される。また、ソースバスライン2は、当該列の絵素トランジスタ4を介して各絵素容量3に接続される。さらに、各ソースバスライン2には、寄生容量が存在し、これで足りない場合には必要に応じてそれぞれ付加容量9が接続され、配線10によって各絵素容量3の他方の電極とこの付加容量9の他方の電極とを接地GNDに接続するようになっている。そして、この寄生容量と付加容量9によってソースバスライン2上に映像信号を保持することができる。ソース駆動回路6は、同一基板上に形成されたシフトレジスタによって構成され、外部からの電源によって駆動されると共に、同じく外部からのスタート信号及びクロック等によって制御される。3本の映像信号線8は、外部から端子8aを介してそれぞれRGBの各3原色の映像信号を入力する信号線である。また、端子8bは、検査用の映像信号を入力するために使用される。なお、11は、この映像信号線上の寄生容量を示す。

【0022】図2に上記アクティブマトリクス基板における1の絵素容量3についての書き込み読み出し経路の等価回路を示す。この絵素容量3は、ゲートバスライン1によって制御される絵素トランジスタ4を介してソースバスライン2に接続されている。ソースバスライン2には、付加容量9と図示しない寄生容量が存在する。ソースバスライン2は、ソース駆動回路6によって制御されるアナログスイッチ7を介して映像信号線8に接続さ

6

れている。映像信号線8には、寄生容量11が存在する。そして、アクティブマトリクス基板の検査時には、映像信号線8の端子8aにスイッチ12を介してバッファ回路13とA/D変換器14とコンピュータ15が接続される。また、映像信号線8の端子8bには、スイッチ16を介して所定の映像信号が入力されるようになっている。なお、17は、端子8aに接続された検査用の回路の寄生容量を示す。

【0023】上記アクティブマトリクス基板を検査する場合には、まず図3に示すように、制御信号 R_w のHレベルに基づいてスイッチ16を接続して、端子8bに交流パルス状の映像信号 R を入力する。なお、ここでは、RGBの3種類の映像信号を代表して映像信号 R のみを示しているが、他の映像信号も同様の手順により検査することができる。次に、ゲート駆動回路5を動作させて各ゲートバスライン1（ $Y_1 \sim Y_n$ ）に順次1水平走査期間（1H）だけHレベルとなるゲート信号を送ると、各行の絵素容量3（ $P(1,1) \sim P(1,n)$ ）が順に映像信号を書き込まれる。そして、全てのゲートバスライン1にゲート信号が送られ1垂直走査期間（フィールド）の走査が終了すると、書き込み動作が完了する。

【0024】この図3に示した垂直走査期間中の1水平走査期間の動作のみを図4に基づいてさらに詳しく説明する。なお、1水平走査期間は、ここでは $80\mu s$ である。各水平走査期間には、ソース駆動回路6を動作させ、アナログスイッチ7に制御信号（ $X_1 \sim X_m$ 、ただし、図面は映像信号 R だけのため2つおきに示している）を送って、これを順次ONにする。すると、映像信号線8からの映像信号がこのアナログスイッチ7を介してソースバスライン2の付加容量9等に充電される。また、この時には既にソースバスライン2と交差するいずれかのゲートバスライン1に接続された1の絵素トランジスタ4がONとなっているので、当該絵素の絵素容量3にも映像信号が書き込まれる。ただし、図4に示すように、アナログスイッチ7のONに伴って直ちにソースバスライン2（ $S_1 \sim S_m$ ）への映像信号の充電は行われるが、絵素トランジスタ4を介したこの絵素容量3（ $P(1,1) \sim P(m,1)$ ）への書き込みは、時定数が長いので、アナログスイッチ7がOFFとなった後も継続される。従って、1水平走査期間の最後に書き込みが行われる絵素容量3の書き込み時間を確保するために、ソース駆動回路6が最初の制御信号を出力するまでの期間、及び最後の制御信号を出力した後の期間に十分な時間の余裕を設けている。

【0025】上記のようにして全ての絵素容量3に映像信号を書き込むと、図5に示すように、制御信号 R_w のLレベルに基づいてスイッチ16を開放すると共にスイッチ12を接続して、端子8aから信号をバッファ回路13に出力できるようにする。なお、制御信号 R_w は、後の図6で説明するように実際には完全にLレベルには

(5)

7

ならず、高速でH/Lを繰り返している。また、端子8bの映像信号Rは接地GNDのLレベルに固定する。次に、ゲート駆動回路5を動作させて各ゲートバスライン1 ($Y_1 \sim Y_n$) に順次1水平走査期間だけHレベルとなるゲート信号を送る。すると、ゲート信号が送られて来た各ゲートバスライン1に接続された絵素トランジスタ4がONとなって当該絵素容量3に保持されていた映像信号がソースバスライン2に読み出されることになる。そして、全てのゲートバスライン1にゲート信号が送られ1垂直走査期間の走査が終了すると、読み出し動作が完了する。

【0026】この図5に示した垂直走査期間における1水平走査期間の動作を図6に基づいてさらに詳しく説明する。各水平走査期間には、ソース駆動回路6を動作させ、アナログスイッチ7に制御信号($X_1 \sim X_m$)を送って、これを順次ONにする。すると、既に絵素容量3からソースバスライン2に読み出されていた映像信号がこのアナログスイッチ7を介して順次映像信号線8に至り、端子8a及びスイッチ12を通してバッファ回路13に送られる。そして、バッファ回路13で増幅された映像信号R_rは、A/D変換器14でデジタル信号に変換されてコンピュータ15に入力されることになる。なお、アナログスイッチ7を制御する制御信号($X_1 \sim X_m$)は、映像信号線8に対して2本おきに出力されるので、前後の制御信号の間にはある程度の間隙が開く。そこで、この制御信号の各間隙によりアナログスイッチ7がOFFとなるたびに、前記制御信号R_wがHレベルとなって、スイッチ12、16を切り換え、映像信号線8の寄生容量11に残留した映像信号を消去するようにしている。

【0027】コンピュータ15では、時系列で送られて来るデジタルの映像信号R_rを順次所定のメモリに記憶すると共に、これを所定のパターンと比較する。そして、ゲート駆動回路5、ソース駆動回路6及びアナログスイッチ7並びに絵素トランジスタ4の動作に異常がなく、ゲートバスライン1やソースバスライン2に断線等が発生していなければ、この映像信号R_rは図6に示したような周期的なパルスとなり、正常であるとの判断を行うことができる。しかし、例えば一部の絵素トランジスタ4が正常動作しなかった場合には、映像信号R_rにおける時系列上の対応位置のパルスが欠けた状態となり、これによってアクティブマトリクス基板の不良を検出することができる。また、映像信号R_rにおけるこのパルスが欠けた時系列上の位置を検出することにより、欠陥のある絵素トランジスタ4を特定することができ、これによってレーザ等による修正作業も容易になる。

【0028】また、本実施例の検査方法によれば、アクティブマトリクス基板全体の書き込みと読み出しに2垂直走査期間だけの時間を要し、約30分の1秒の短時間で検査を完了することができる。ただし、実際のアクテ

8

ィブマトリクス基板では、絵素容量3が約0.2pF、ソースバスライン2の付加容量9(寄生容量を含む)が約5~10pF、映像信号線8の寄生容量11が約10~20pF程度となる。従って、5Vの映像信号を書き込んだ場合、読み出した映像信号rは約40mVとなり、完全な断線やリークを検出することは可能であるが、微妙な欠陥の検出は困難な場合が生じる。そこで、上記2垂直走査期間による映像信号の書き込み読み出し動作を例えば10~100回程度繰り返し、コンピュータ15によって同一絵素容量3から読み出した映像信号同士を順次加算することによりS/N比を向上させ、時定数が駆動のタイミングと同程度となるリーク等の微妙な欠陥の検出も可能にすることができる。そして、この場合であっても、全ての検査に要する時間は、僅かに数分の1秒~数秒程度であり、効率的な検査を行うことができる。

【0029】以上説明したように、本実施例の検査方法によれば、アクティブマトリクス基板を駆動回路5、6やバスライン1、2等だけでなく絵素トランジスタ4の動作まで迅速かつ確実に検査することができるようになる。しかも、実際に映像信号を絵素容量3に書き込んで検査を行うため、映像信号の書き込みや保持に伴う全ての機能について一括して効率的な検査を行うことができる。また、絵素トランジスタ4等の各絵素ごとの欠陥であれば、この位置を確実に特定することができ、駆動回路5、6やバスライン1、2の欠陥の場合には、読み出した映像信号に発生する異常箇所の分布を調べることで、その欠陥箇所を高い精度で推定することもできる。ただし、検査の効率化のために、駆動回路5、6に付いては別途他の方法による検査を実施してもよい。

【0030】なお、本実施例では、各絵素容量3に書き込む映像信号を1水平走査期間ごとに反転する交流パルス信号とし、1行の書き込みが行われるたびに各絵素容量3の保持動作を行うようにしていたが、本発明は、このような駆動方法に限定されるものではなく、例えば一定の映像信号を全ての絵素容量3に書き込んでから保持動作を行い、その後映像信号を順次読み出すようにすることもできる。

【0031】また、本実施例では、アクティブマトリクス基板の外部に検査用のスイッチ12、16やバッファ回路13等を接続する構成としたが、これらの回路もゲート駆動回路5やソース駆動回路6と共に同一基板上に形成して検査を行うようにすることができる。このスイッチ12、16は、多結晶SiTFTによるCMOS回路によって構成することができる。バッファ回路13は、オペアンプやソースフォロワ等の回路によって構成することができる。また、このバッファ回路13は、入力インピーダンスを絵素トランジスタ4のON抵抗よりも高くし、入力容量を絵素容量3よりも小さくして、電圧利得を1以上、望ましくは絵素容量3に対するソース

(6)

9

バスライン2の容量(付加容量9)の比より多くすれば、精度の高い検出が可能となる。

【0032】さらに、本実施例では、3本の映像信号線8を有するアクティブマトリクス基板を用いて説明を行ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、上記図6で示した制御信号Rwによる寄生容量11の除去が可能な構成であればどのようなものであっても実施可能である。

【0033】図2の等価回路に於いて、ソースバスライン2とグランドとの間、及びバッファ13の入力部とグランドとの間に電位をリフレッシュするためのスイッチを設けるようにしてもよい。この場合、これらのスイッチはスイッチ12、16と同様にCMOSFETにより構成することが出来る。

【0034】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のアクティブマトリクス基板の検査方法によれば、駆動回路やバスラインのみならず絵素トランジスタの良否まで迅速かつ確実に検査できるので、精度の高い検査が可能となり、しかも、アクティブマトリクス基板の状態

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すものであって、アクティブマトリクス基板のブロック図である。

【図2】本発明の一実施例を示すものであって、1の絵

10

素容量についての書き込み読み出し経路を示す等価回路である。

【図3】本発明の一実施例を示すものであって、映像信号書き込み時における垂直走査期間の各信号を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の一実施例を示すものであって、映像信号書き込み時における水平走査期間の各信号を示すタイムチャートである。

【図5】本発明の一実施例を示すものであって、映像信号読み出し時における垂直走査期間の各信号を示すタイムチャートである。

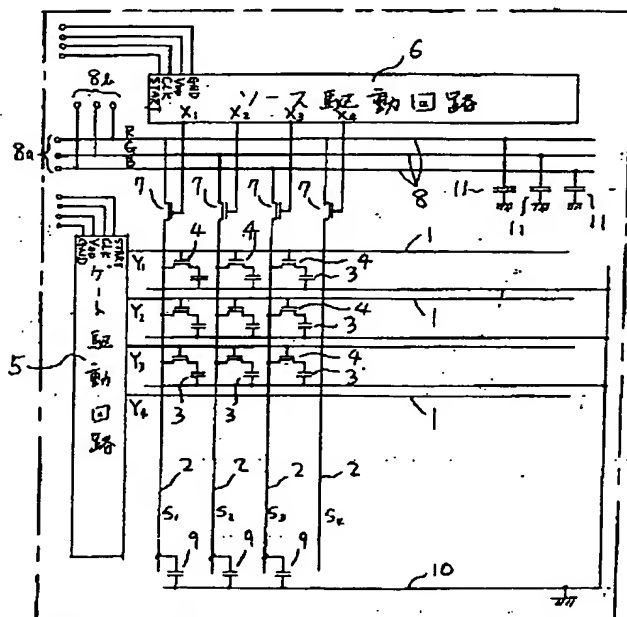
【図6】本発明の一実施例を示すものであって、映像信号読み出し時における水平走査期間の各信号を示すタイムチャートである。

【図7】アクティブマトリクス基板のブロック図である。

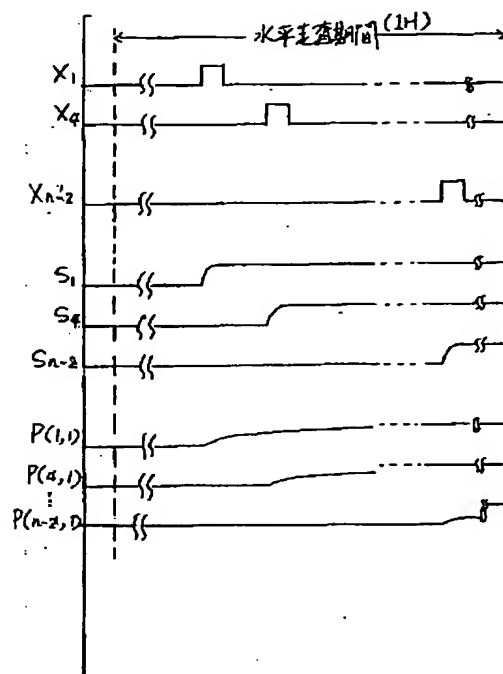
【符号の説明】

- 1 ゲートバスライン(走査信号線)
- 2 ソースバスライン(データ信号線)
- 3 絵素容量
- 4 絵素トランジスタ(スイッチング素子)
- 5 ゲート駆動回路
- 6 ソース駆動回路
- 12 スイッチ
- 15 コンピュータ
- 16 スイッチ

【図1】

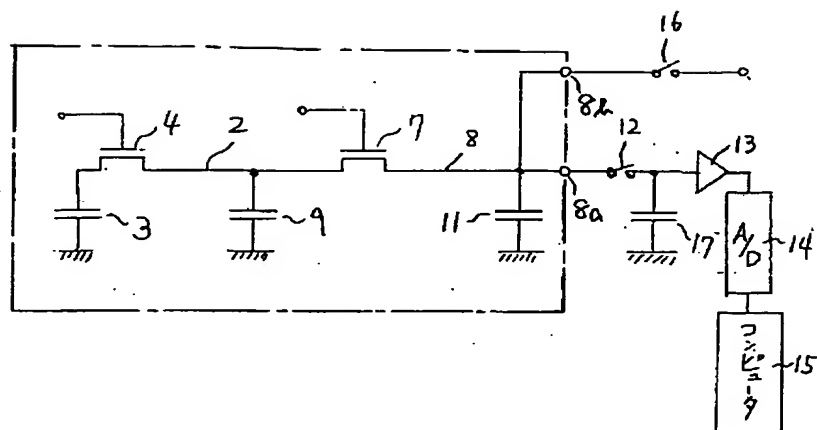


【図4】

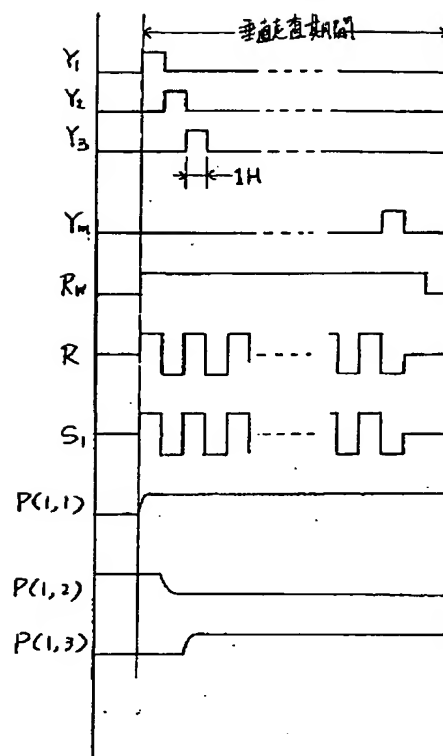


(7)

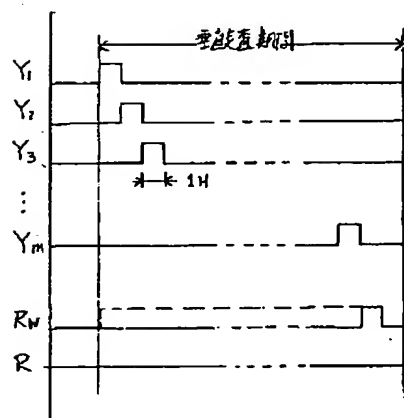
【図2】



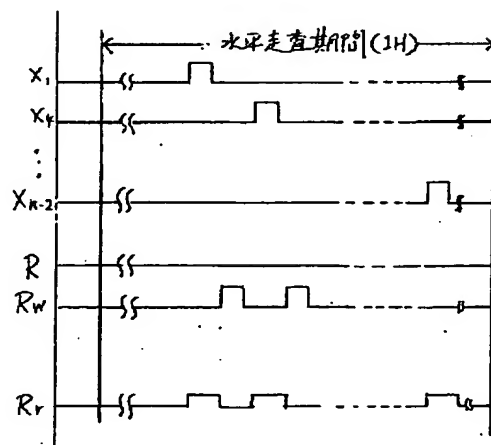
【図3】



【図5】

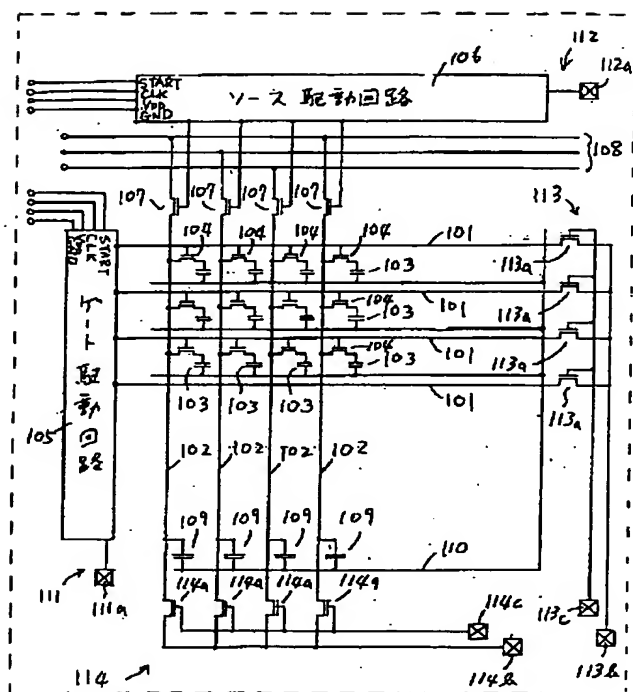


【図6】



(8)

【図7】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-005866

(43)Date of publication of application : 14.01.1993

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/133

G02F 1/136

G09G 3/36

(21)Application number : 03-159162

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 28.06.1991

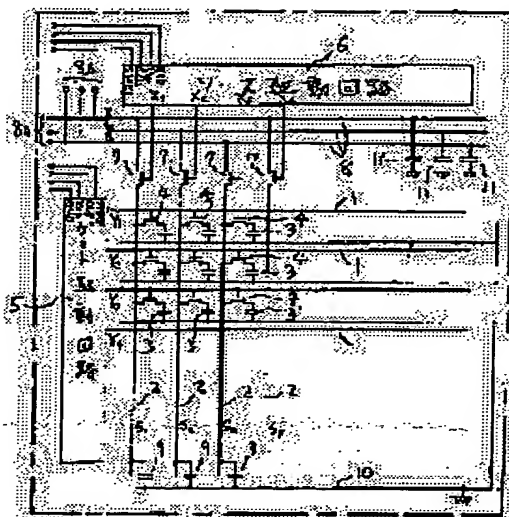
(72)Inventor : SHIMADA NAOYUKI
YAMASHITA TOSHIHIRO
TAKATO YUTAKA

(54) METHOD FOR CHECKING ACTIVE MATRIX SUBSTRATE

(57)Abstract:

PURPOSE: To check an active matrix substrate with a high precision and to easily correct a defect position by quickly and surely checking not only driving circuits and bus lines but also picture element transistors and checking them in the state of the active matrix substrate to surely specify the defective position.

CONSTITUTION: Respective picture element transistors 4 in a pertinent row are turned on by selection of a gate bus line 1, and source bus lines 2 are successively selected in this horizontal scanning period to write prescribed video signals in respective picture element capacities 3 in order, and next, respective picture element transistors 4 in the pertinent row are made conductive by selection of the gate bus line 1, and respective source bus lines 2 are successively selected in this horizontal scanning period to read out video signals held in picture element capacities 3 in order, and these read signals are checked to discriminate whether the active matrix substrate is defective or not.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.10.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the inspection approach of the active-matrix substrate which connected picture element capacity to each intersection of two or more scan signal lines and a data signal line formed by crossing in all directions through the switching element, respectively It is made to flow through each switching element of the line concerned by selection of this scan signal line, Once intercepting each switching element of ***** which writes a predetermined video signal in each picture element capacity in order by making sequential selection of each data signal line in the meantime It is made to flow through each switching element of the line concerned by selection of this scan signal line again, the inspection approach of the active-matrix substrate which includes reading in order the video signal held at each picture element capacity by making sequential selection of each data signal line in the meantime, and judging a quality by inspecting this signal that carried out reading appearance.

[Claim 2] The inspection approach according to claim 1 by which at least one side of the data signal line actuation circuit for driving the scan signal-line actuation circuit and said data signal line for driving said scan signal line to said active-matrix substrate is prepared.

[Claim 3] Writing and read-out of said video signal are the inspection approach according to claim 1 performed through a video-signal terminal

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the inspection approach of the active-matrix substrate in a liquid crystal display etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The configuration of the conventional active-matrix substrate which contained the actuation circuit in a liquid crystal display is explained using drawing 7. A active-matrix substrate arranges the picture element capacity 103 and the picture element transistor (switching element) 104 in the shape of a matrix, respectively to each intersection of the gate bus line (scan signal line) 101 and the source bus line (data signal line) 102 by which a large number formation was carried out by intersecting a substrate side in all directions. Each gate bus line 101 is driven by the gate actuation circuit 105, and controls ON/OFF of each picture element transistor 104 of the line concerned. The source bus line 102 is connected to one of the video-signal lines 108 through the analog switch 107 which has ON/OFF controlled by the source actuation circuit 106. Moreover, the source bus line 102 is connected to the picture element capacity 103 which corresponds through each picture element transistor 104 of the train concerned, respectively. Furthermore, the addition capacity 109 is connected to each source bus line 102, respectively, and it is constituted so that the electrode of another side of each picture element capacity 103 and the electrode of another side of this addition capacity 109 may serve as the same reference potential with wiring 110.

[0003] The above-mentioned active-matrix substrate sets to ON all the picture element transistors 104 of the line of the gate bus line 101 to which the gate actuation circuit 105 outputted ON signal to each gate bus line 101 in order first, and this ON signal was outputted. Moreover, while ON signal is outputted to the gate bus line 101 of 1, the source actuation circuit 106 outputs ON signal to each analog switch 107 in order. Then, a video signal is written in the picture element capacity 103 which was connected to the video-signal line 108 by which the source bus line 102 connected to the analog switch 107 used as ON corresponds, and was connected to the picture element transistor 104 set to ON through this source bus line 102. Moreover, while the gate actuation circuit 105 is outputting ON signal to the gate bus line 101 of other lines, the video signal which did in this way and was written in the picture element capacity 103 is held when the picture element transistor 104 turns off. And if the gate actuation circuit 105 finishes outputting ON signal to the gate bus line 101 of all lines, ON signal will be again outputted sequentially from the first line, and this actuation will be repeated henceforth.

[0004] It depends for the permeability of liquid crystal on the actual value of the applied voltage between one period of this actuation. Therefore, in order to raise the display quality of a liquid crystal display, while fully writing a video signal in each picture element capacity 103, it is necessary to reduce leakage current as much as possible so

that the charge of this picture element capacity 103 may be held.

[0005] If the above-mentioned active-matrix substrate is after combining it with an opposite substrate face to face through liquid crystal and attaining actuation of it actually as a liquid crystal display, it can inspect the defect by optical inspection easily. However, when a active-matrix substrate is judged to be poor in this condition, correction of a fault is impossible and, moreover, will already become as entire futility as an assembler with an opposite substrate. Therefore, a active-matrix substrate inspects in the phase which the formation process of picture element transistor 104 grade finished, and it is necessary to enable it to send out like an assembler with an opposite substrate, after correcting a fault, when possible.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Then, in order to assemble such a active-matrix substrate and to inspect in front, it is possible to form the inspection circuits 111-114 as shown in drawing 7 on a substrate. The inspection circuits 111 and 112 are circuits it was made to lead the output of the last stage of the shift register in the gate actuation circuit 105 and the source actuation circuit 106 to the inspection pads 111a and 112a. Therefore, if the gate actuation circuit 105 and the source actuation circuit 106 are operated carrying out the monitor of the output of these inspection pads 111a and 112a, the quality of these circuits can be inspected.

[0007] Moreover, the inspection circuit 113 is a circuit which bundles up each gate bus line 101 through switch 113a, respectively, and was connected to inspection pad 113b. Furthermore, the inspection circuit 114 is a circuit which bundles up each source bus line 102 through switch 114a, respectively, and was connected to inspection pad 114b. And as for these switches 113a and 114a, ON/OFF is controlled by the inspection pads 113c and 114c. If ON signal is impressed to inspection pad 113c, switch 113a is set to ON and it operates the gate actuation circuit 105 in following, for example, inspecting the gate bus line 101, defects, such as an open circuit, can be discovered with the output of inspection pad 113b. Moreover, if the suitable signal for the video-signal line 108 is added, ON signal is impressed to inspection pad 114c, switch 114a is set to ON and it operates the source actuation circuit 106 in inspecting the source bus line 102, defects, such as an open circuit, can be discovered with the output of inspection pad 114b.

[0008] However, this improved inspection approach only inspects actuation of the gate actuation circuit 105 or the source actuation circuit 106, and the quality of the gate bus line 101 or the source bus line 102. However, in a active-matrix substrate, since a huge number of picture element transistors 104 are formed, the effect which it has on the yield on manufacture of the direction of the quality of this picture element transistor

104 will become larger. And since the inspection circuits 113 and 114 used for inspection of the gate bus line 101 or the source bus line 102 had Switches 113a and 114a, also when the process from which these transistors separate these switches 113a and 114a behind further that there is not little possibility of generating a defect was needed, there were.

[0009] For this reason, by the above-mentioned inspection approach, the picture element transistor 104 which accounts for the big rate of the cause of the defect of a active-matrix substrate cannot be inspected, but there is a problem that sufficient inspection cannot be conducted. And there is also a possibility of worsening the yield on the contrary according to the defect of the inspection circuit 113 and 114 self, and it has inspection cost and the problem that it is attached highly.

[0010] by carrying out reading appearance of the data once written in each picture element capacity again, and investigating them in view of the above-mentioned situation, inspection of this invention is attained to the quality of an actuation circuit or not only a bus line but a picture element transistor, and it aims at offering the inspection approach of a active-matrix substrate that moreover a fault is certainly detectable.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In the inspection approach of the active-matrix substrate which connected picture element capacity to each intersection of two or more scan signal lines and a data signal line formed by the inspection approach of this invention crossing in all directions through the switching element, respectively It is made to flow through each switching element of the line concerned by selection of this scan signal line, Once intercepting each switching element of ***** which writes a predetermined video signal in each picture element capacity in order by making sequential selection of each data signal line in the meantime It is made to flow through each switching element of the line concerned by selection of this scan signal line again, By making sequential selection of each data signal line in the meantime, it includes reading in order the video signal held at each picture element capacity, and judging a quality by inspecting this read signal, and the above-mentioned object is attained by that.

[0012] It is desirable that at least one side of the data signal line actuation circuit for driving the scan signal-line actuation circuit and said data signal line for driving said scan signal line in said active-matrix substrate is prepared.

[0013] the writing of said video signal, and reading appearance -- carrying out -- it is desirable that it is made to carry out through a video-signal terminal.

[0014]

[Function] According to this invention, first, it is made to flow through each switching element of the line concerned by selection of a scan signal line, and a predetermined video signal is written in each picture element capacity in order by making sequential selection of each data signal line in the meantime. Then, a video signal is held as a charge like the time of the usual display at each picture element capacity.

[0015] And after once intercepting each switching element, for example, writing a video signal also in each picture element capacity of other lines, again, it is made to flow through each switching element of this line by selection of the scan signal line concerned, and the video signal held at each picture element capacity is read in order by making sequential selection of each data signal line in the meantime. This video signal can be read from the video-signal line used at the time of writing. Moreover, reading appearance of this video signal is sequentially carried out for every picture element capacity currently held.

[0016] thus, the video signal which carried out reading appearance can detect the quality of actuation of the scan signal-line actuation circuit which chooses the transit route of this video signal, or a data signal line actuation circuit and the quality of a scan signal line, the quality of the data signal line which serves as a transit route at a list, and the quality of actuation of an analog switch or a switching element by inspection of comparing with the original video signal. And if the location on the read-out time series of the video signal with which abnormalities appeared is detected, the picture element capacity holding this video signal can be specified. The picture element transistor which followed, for example, became the defect when the defect of a switching element was the cause can be specified. Moreover, when abnormalities occur in the video signal which the specific line or the picture element capacity on a train held, the defect of the actuation circuit for choosing the bus line on the path of the video signal, an analog switch, or its path can judge that it is the cause.

[0017] Consequently, in the state of a active-matrix substrate, to the quality of an actuation circuit or not only a bus line but a switching element, inspection which ^{**}(ed) in the actual actuation condition is attained, and, according to the inspection approach of this invention, moreover, a fault can certainly be pinpointed now.

[0018] When the scan signal-line actuation circuit or the data signal line actuation circuit is not formed on the active-matrix substrate, the impression of a signal to each signal line at the time of conducting the above inspection is difficult. However, if the scan signal-line actuation circuit or the data signal line actuation circuit is formed on the same substrate, impression of a signal is easy and there is an advantage that there

are few signal lines which should be prepared and they end.

[0019]

[Example] This invention is explained below about an example.

[0020] The active-matrix substrate used as the subject of examination of this example arranges the picture element capacity 3 and the picture element transistor (switching element) 4 in the shape of a matrix, respectively to each intersection of the gate bus line (scan signal line) 1 and the source bus line (data signal line) 2 formed in the n line m train on the substrate side, as shown in drawing 1. The picture element capacity 3 is for holding the video signal written in through the picture element transistor 4, and will drive liquid crystal with the charge of this video signal. Each gate bus line 1 is driven by the gate actuation circuit 5, and controls ON/OFF of each picture element transistor 4 of the line concerned. Similarly this gate actuation circuit 5 is controlled by a start signal, a clock, etc. from the outside while it is constituted by the shift register formed on the same substrate and driving it according to the power source from the outside.

[0021] The source bus line 2 is connected to the video-signal line 8 of either of three through the analog switch 7 which has ON/OFF controlled by the source actuation circuit 6. Moreover, the source bus line 2 is connected to each picture element capacity 3 through the picture element transistor 4 of the train concerned. Furthermore, parasitic capacitance exists, when insufficient now, the addition capacity 9 is connected to each source bus line 2 if needed, respectively, and the electrode of another side of each picture element capacity 3 and the electrode of another side of this addition capacity 9 are connected to Touch-down GND with wiring 10. And a video signal can be held on the source bus line 2 with this parasitic capacitance and the addition capacity 9. Similarly the source actuation circuit 6 is controlled by a start signal, a clock, etc. from the outside while it is constituted by the shift register formed on the same substrate and driving it according to the power source from the outside. Three video-signal lines 8 are signal lines which input the video signal of three primary colors each of RGB through terminal 8a, respectively from the exterior. Moreover, terminal 8b is used in order to input a checking video signal. In addition, 11 shows the parasitic capacitance on this video-signal line.

[0022] It writes in drawing 2 about the picture element capacity 3 of 1 in the above-mentioned active-matrix substrate, and the equal circuit of a read-out path is shown. This picture element capacity 3 is connected to the source bus line 2 through the picture element transistor 4 controlled by the gate bus line 1. The addition capacity 9 and the parasitic capacitance which is not illustrated exist in the source bus line 2. The source bus line 2 is connected to the video-signal line 8 through the analog switch 7

controlled by the source actuation circuit 6. Parasitic capacitance 11 exists in the video-signal line 8. And at the time of inspection of a active-matrix substrate, a computer 15 is connected with a buffer circuit 13 and A/D converter 14 through a switch 12 at terminal 8a of the video-signal line 8. Moreover, a predetermined video signal is inputted into terminal 8b of the video-signal line 8 through a switch 16. In addition, 17 shows the parasitic capacitance of the checking circuit connected to terminal 8a.

[0023] In inspecting the above-mentioned active-matrix substrate, as first shown in drawing 3, a switch 16 is connected based on H level of a control signal R_w , and it inputs the alternating current pulse-like video signal R into terminal 8b. In addition, although the video signal R is shown on behalf of three kinds of video signals of RGB, other video signals can be inspected with the same procedure here. Next, if the gate signal with which the gate actuation circuit 5 is operated and only 1 horizontal-scanning period (1H) serves as H level one by one at each gate bus line 1 (Y_1 - Y_n) is sent, a video signal will be written in the picture element capacity 3 ($P(1, 1) - P(1, n)$) of each line in order. And after a gate signal is sent to all the gate bus lines 1 and the scan of 1 vertical-scanning period (field) is completed, write-in actuation is completed.

[0024] Only actuation of 1 horizontal-scanning period in the vertical-scanning period shown in this drawing 3 is explained in more detail based on drawing 4. In addition, 1 horizontal-scanning period is 80 microseconds here. The source actuation circuit 6 is operated at each horizontal scanning period, a control signal (X_1 - X_m , however a drawing are shown every two for the video signal R) is sent to an analog switch 7, and ~~this is made sequential-[ON]. Then, the video signal from the video-signal line 8 is~~ charged by the addition capacity 9 grade of the source bus line 2 through this analog switch 7. Moreover, since the picture element transistor 4 of 1 connected to one which already intersects the source bus line 2 of the gate bus lines 1 serves as ON at this time, a video signal is written also in the picture element capacity 3 of the picture element concerned. However, although charge of the video signal to the source bus line 2 (S_1 - S_m) is promptly performed with ON of an analog switch 7 as shown in drawing 4, since the writing to this picture element capacity 3 ($P(1, 1) - P(m, 1)$) through the picture element transistor 4 has the long time constant, it is continued even after an analog switch 7 serves as OFF. Therefore, in order to secure the write-in time amount of the picture element capacity 3 by which writing is performed at the last of 1 horizontal-scanning period, the allowances of sufficient time amount for a period until the source actuation circuit 6 outputs the first control signal, and the period of Ushiro who outputted the last control signal are established.

[0025] If a video signal is written in all the picture element capacity 3 as mentioned above, as shown in drawing 5, while opening a switch 16 based on L level of a control signal R_w , a switch 12 will be connected, and it will enable it to output a signal to a buffer circuit 13 from terminal 8a. In addition, the control signal R_w was not actually set to L level thoroughly so that next drawing 6 might explain, but it has repeated H/L at high speed. Moreover, the video signal R of terminal 8b is fixed to L level of Touch-down GND. Next, the gate signal with which the gate actuation circuit 5 is operated and only 1 horizontal-scanning period serves as H level one by one at each gate bus line 1 ($Y_1 \sim Y_n$) is sent. Then, the picture element transistor 4 connected to each gate bus line 1 to which the gate signal has been sent serves as ON, and reading appearance of the video signal currently held at the picture element capacity 3 concerned will be carried out to the source bus line 2. And after a gate signal is sent to all the gate bus lines 1 and the scan of 1 vertical-scanning period is completed, read-out actuation is completed.

[0026] Actuation of 1 horizontal-scanning period in the vertical-scanning period shown in this drawing 5 is explained in more detail based on drawing 6. The source actuation circuit 6 is operated at each horizontal scanning period, a control signal ($X_1 \sim X_m$) is sent to an analog switch 7, and this is made sequential [ON]. Then, the video signal by which reading appearance had already been carried out to the source bus line 2 from the picture element capacity 3 results in the video-signal line 8 one by one through this analog switch 7, and is sent to a buffer circuit 13 through terminal 8a and a switch 12. And the video signal R_r amplified in the buffer circuit 13 will be changed into a digital signal with A/D converter 14, and will be inputted into a computer 15. In addition, since the control signal ($X_1 \sim X_m$) which controls an analog switch 7 is outputted every two to the video-signal line 8, between the control signals of order, a certain amount of gap opens it. Then, whenever an analog switch 7 serves as OFF by each gap of this control signal, said control signal R_w serves as H level, and he is trying to eliminate the video signal which remained switches 12 and 16 to the parasitic capacitance 11 of a switch and the video-signal line 8.

[0027] By computer 15, while memorizing the digital video signal R_r sent by time series in predetermined memory one by one, this is compared with a predetermined pattern. And if there are no abnormalities in actuation of the picture element transistor 4 in the gate actuation circuit 5, the source actuation circuit 6, and analog switch 7 list and the open circuit etc. has occurred neither in the gate bus line 1 nor the source bus line 2, this video signal R_r serves as a periodic pulse as shown in drawing 6, and judgment of being normal can be made. However, when some picture element transistors 4 do not

carry out normal actuation, for example, it will be in the condition that the pulse of the response location on the time series in a video signal R_r was missing, and this can detect the defect of a active-matrix substrate. Moreover, by detecting the location on the time series which this pulse in a video signal R_r lacked, the picture element transistor 4 with a defect can be specified, and the correction by laser etc. becomes easy by this.

[0028] Moreover, according to the inspection approach of this example, writing and read-out of the whole active-matrix substrate can take the time amount of only 2 vertical-scanning period, and inspection can be completed in a short time for about 1/30 second. However, in a actual active-matrix substrate, the parasitic capacitance 11 of about 5-10pF and the video-signal line 8 is set [the picture element capacity 3] to about about 10-20pF by the addition capacity 9 (parasitic capacitance is included) of about 0.2pF and the source bus line 2. Therefore, although it is possible for the read video signal r to be set to about 40mV, and to detect a perfect open circuit and leak when the video signal of 5V is written in, the case of being difficult produces detection of a delicate defect. then, write-in read-out actuation of the video signal by the above-mentioned 2 vertical-scanning period -- for example, about 10 - 100 times -- repeating -- a computer 15 -- the reading appearance from the same picture element capacity 3 -- by carrying out sequential addition of the video signals the bottom, a S/N ratio can be raised and detection of delicate defects, such as leak from which a time constant becomes comparable as the timing of actuation, can also be enabled. And by this case, the time amount which all inspection also takes **** is 1/several seconds - about several seconds slightly, and can conduct efficient inspection.

[0029] As explained above, according to the inspection approach of this example, a active-matrix substrate can be inspected now promptly to actuation of the actuation circuits 5 and 6, a bus line 1, and the not only 2 grades but picture element transistor 4, and certainly. And since it inspects by writing a video signal in the picture element capacity 3 actually, it can bundle up about all the functions accompanying the writing and maintenance of a video signal, and efficient inspection can be conducted. Moreover, if it is a defect for every picture element of picture element transistor 4 grade, this location can certainly be pinpointed and, in the case of the defect of the actuation circuits 5 and 6 or bus lines 1 and 2, that rejected region can also be presumed in a high precision by investigating distribution of the abnormality part generated in the read video signal. However, if attached to the actuation circuits 5 and 6 for the increase in efficiency of inspection, inspection by other approaches may be carried out separately.

[0030] In addition, although it is made to perform maintenance actuation of each picture element capacity 3 in this example whenever it considers as the alternating

current pulse signal which reverses the video signal written in each picture element capacity 3 for every 1 horizontal-scanning period and the writing of one line is performed, this invention is not limited to such an actuation approach, after it writes a fixed video signal in all the picture element capacity 3, it performs maintenance actuation, and can read a video signal one by one after that.

[0031] Moreover, although considered as the configuration which connects checking switches 12 and 16 and buffer circuit 13 grade to the exterior of a active-matrix substrate in this example, these circuits can also inspect by forming on the same substrate with the gate actuation circuit 5 and the source actuation circuit 6. The CMOS circuit by polysilicon SiTFT can constitute these switches 12 and 16. Circuits, such as an operational amplifier and a source follower, can constitute a buffer circuit 13. Moreover, if this buffer circuit 13 makes an input impedance higher than ON resistance of the picture element transistor 4, makes an input capacitance smaller than the picture element capacity 3 and makes [more] voltage gain desirably one or more than the ratio of the capacity (addition capacity 9) of the source bus line 2 to the picture element capacity 3, the high detection of precision of it will be attained.

[0032] Furthermore, although this example explained using the active-matrix substrate which has three video-signal lines 8, this invention is not limited to this, and if it is the configuration which can remove the parasitic capacitance 11 by the control signal R_w shown by above-mentioned drawing 6, no matter it may be what thing, it can be carried out.

[0033] You may make it form the switch for refreshing potential in the equal circuit of drawing 2 between the source bus line 2 and a gland and between the input-section of a buffer 13, and a gland. In this case, CMOSFET can constitute these switches like switches 12 and 16.

[0034]

[Effect of the Invention] Since according to the inspection approach of the active-matrix substrate of this invention a high inspection of precision can be attained, it can moreover inspect in the state of a active-matrix substrate, since it can inspect promptly to the quality of an actuation circuit or not only a bus line but a picture element transistor, and certainly and a fault can certainly be pinpointed so that clearly from the above explanation, correction of a rejected region can also be made easily.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] One example of this invention is shown and it is the block diagram of a active-matrix substrate.

[Drawing 2] It is the equal circuit which shows one example of this invention, writes in about the picture element capacity of 1 and shows a read-out path.

[Drawing 3] It is the timing diagram which shows one example of this invention and shows each signal of the vertical-scanning period at the time of video-signal writing.

[Drawing 4] It is the timing diagram which shows one example of this invention and shows each signal of the horizontal scanning period at the time of video-signal writing.

[Drawing 5] it is the timing diagram which shows one example of this invention, carries out video-signal reading appearance and shows each signal of the vertical-scanning period at the time.

[Drawing 6] it is the timing diagram which shows one example of this invention, carries out video-signal reading appearance and shows each signal of the horizontal scanning period at the time.

[Drawing 7] It is the block diagram of a active-matrix substrate.

[Description of Notations]

1 Gate Bus Line (Scan Signal Line)

2 Source Bus Line (Data Signal Line)

3 Picture Element Capacity

4 Picture Element Transistor (Switching Element)

5 Gate Actuation Circuit

6 Source Actuation Circuit

12 Switch

15 Computer

16 Switch

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.